

S PN=JP 8204263

S9 1 PN=JP 8204263

?

T S9/9/1

9/9/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010921413 **Image available**

WPI Acc No: 1996-418364/199642

XRPX Acc No: N96-352617

Laser resonator for irradiating and exciting laser beam to optical pumping medium e.g. yttrium-aluminium-garnet rod - has ventilator controller which controls drive of air-cooling ventilator based on detected signal of temp. detector at semiconductor laser array

Patent Assignee: MATSUSHITA DENKI SANGYO KK (MATU)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 8204263	A	19960809	JP 9514112	A	19950131	199642 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9514112 A 19950131

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 8204263	A	11	H01S-003/094		

Abstract (Basic): JP 8204263 A

The resonator has a semiconductor laser array (5) which provides a side irradiation of an yttrium garnet rod (3). The semiconductor laser array contacts to the yttrium garnet rod. A cooling gas flow path (9) is formed to a heat dissipation body (10).

A cooling gas is provided by an air cooling ventilator (13) to the cooling gas flow path. The drive of the air cooling ventilator is controlled by a ventilator rotation controller (14) based on the detected signal of a temp. sensor (12) of the semiconductor laser array.

ADVANTAGE - Obtains stable laser light output and enables accurate control of semiconductor laser array temp. Eliminates alignment of reflective mirror. Provides simple and compact semiconductor laser excitation resonator. Prevents wavelength slippage due to temp. fluctuation of semiconductor laser and stabilises laser oscillation. Provides direct cold wind at simple and compact compsn. Obtains laser light with good high output.

Dwg.1/16

Title Terms: LASER; RESONANCE; IRRADIATE; EXCITATION; LASER; BEAM; OPTICAL; PUMP; MEDIUM; YTTRIUM; ALUMINIUM; GARNET; ROD; VENTILATION; CONTROL; CONTROL; DRIVE; AIR; COOLING; VENTILATION; BASED; DETECT; SIGNAL; TEMPERATURE; DETECT; SEMICONDUCTOR; LASER; ARRAY

Derwent Class: U12; V08

International Patent Class (Main): H01S-003/094

International Patent Class (Additional): H01S-003/042; H01S-003/131;

H01S-003/133; H01S-003/16

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U12-A01B1J; V08-A02B; V08-A04A; V08-A04C; V08-A05;
V08-A07

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-204263

(43) 公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/094
3/042
3/131

H 0 1 S 3/ 094
3/ 04

S
L

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-14112

(22) 出願日 平成7年(1995)1月31日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 櫻井 努

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 栗山 勝裕

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

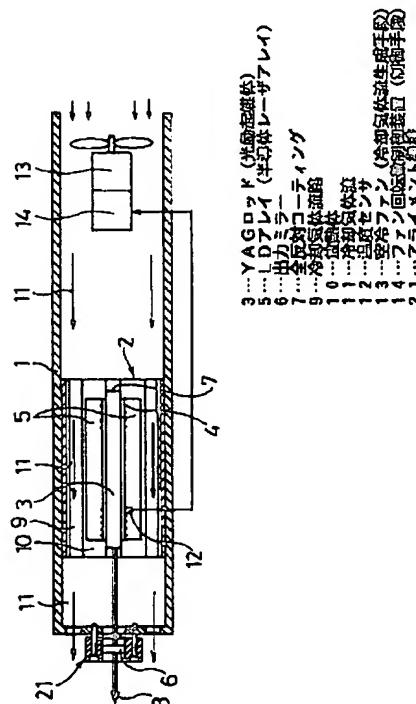
(74) 代理人 弁理士 石原 勝

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ励起レーザ発振器

(57) 【要約】

【目的】 コンパクトで低コストな構成にて安定したレーザ光出力を得る。

【構成】 光励起媒体としてのYAGロッド3と、YAGロッド3を側面又は端面照射する半導体レーザアレイ5と、半導体レーザアレイ5に接触させて配設されるとともに冷却気体流路9が形成された放熱体10と、冷却気体流路9に冷却気体流を流す空冷ファン13と、半導体レーザアレイ5の温度センサ12と、温度センサ12の検出信号に基づいて空冷ファン13を駆動制御するファン回転数制御装置14とを備え、冷却気体流を用いた低コストでコンパクトな構成にて半導体レーザアレイ5の温度を精度良く制御して安定なレーザ光出力を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光励起媒体と、光励起媒体を側面照射する半導体レーザアレイと、半導体レーザアレイに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項2】 複数の半導体レーザアレイ間に導電体から成る放熱体を配置し、一部の半導体レーザアレイと放熱体の間に絶縁体を介装してその両側に電源を接続し、放熱体の周囲を絶縁体にて囲んだことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項3】 光励起媒体の片方の端面に、発振波長に対して全反射するコーティングを施したことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項4】 光励起媒体と、光励起媒体を端面照射する半導体レーザアレイと、半導体レーザアレイ及び集光レンズに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項5】 制御手段は、温度検出手段による検出温度が設定値より高い時は冷却気体流生成手段の出力を上げ、設定値より低い時は冷却気体流生成手段の出力を下げて半導体レーザの温度を一定にするように制御することを特徴とする請求項1又は4記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項6】 冷却気体を冷却する冷却手段を設けたことを特徴とする請求項1又は4記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項7】 冷却手段は、冷却器にて冷却される冷媒を循環させる冷却管を冷却気体通路内に配置して構成したことを特徴とする請求項6記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項8】 冷却手段は、固体電子冷却器の低温側放熱部を冷却気体通路内に配置して構成したことを特徴とする請求項6記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項9】 冷却気体流生成手段は、高圧空気を渦流発生器に接線方向に供給することにより中心部に発生した冷風を送り出す手段から成ることを特徴とする請求項1又は4記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項10】 光励起媒体と、光励起媒体を側面照射する半導体レーザアレイと、光励起媒体を端面照射する半導体レーザアレイとを備えたことを特徴とする半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項11】 両半導体レーザアレイ及び集光レンズ

に接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段とを設けたことを特徴とする請求項10記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項12】 光励起媒体からの出射レーザ光を検出する光センサを設け、出力レベルと励起レーザパワー設定値との誤差を零にするように半導体レーザ駆動回路を制御する高速応答制御回路を設けたことを特徴とする請求項1、4又は11記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項13】 光励起媒体と、光励起媒体を照射する半導体レーザアレイと、半導体レーザアレイに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、光励起媒体からの出射レーザ光を検出する光センサと、光センサの検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段とを備えたことを特徴とする半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項14】 光センサにて検出した出射レーザ光の出力レベルと励起レーザパワー設定値との誤差を零にするように半導体レーザ駆動回路を制御する高速応答制御回路を設けたことを特徴とする請求項13記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項15】 出力ミラー保持体の周囲の4等配した位置に、各々が180度に位置するように引張ねじ手段と押付ねじ手段を配設して成る出力ミラーのアライメント機構を有することを特徴とする請求項1、4、10、11又は13記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【請求項16】 冷却気体流が出射レーザ光に向けて流れるように冷却気体流の流れ方向を案内する冷却気体流案内手段を設けたことを特徴とする請求項1、4、11又は13記載の半導体レーザ励起レーザ発振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体レーザからYAGロッドなどの光励起媒体にレーザ光を照射して励起する半導体レーザ励起のレーザ発振器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の半導体レーザ励起のYAGレーザ発振器としては、図15、図16に示すものが実用化されている。

【0003】 図15の半導体レーザ励起YAGレーザ発振器は、半導体レーザアレイaからの励起光bをYAGロッドcに側面照射し、全反射ミラーdと出力ミラーeの間でレーザ発振を起こすものであり、半導体レーザアレイaの温度を一定にすることにより半導体レーザアレイaからYAGロッドcへの照射波長を安定化し、安定

したレーザ光出力を得るために、半導体レーザアレイ a の周囲に水冷ジャケット f を設け、この水冷ジャケット f に対してポンプ g にて水温調節器 h にて温度調整された冷却水を循環供給し、最適な励起波長となるように半導体レーザアレイ a の温度調整を行なうように構成されている。

【0004】また、図16の半導体レーザ励起YAGレーザ発振器は、半導体レーザアレイ i からの励起光 b を集光レンズ j で集光して全反射ミラー k を通してYAG ロッド c の端面に照射するように構成されている。全反射ミラー k は、半導体レーザの波長を通しYAG の特定波長を全反射する特性を有するものであり、励起光 b により出力ミラー e と全反射ミラー k の間でレーザ発振を起こすもので、図15と同様に水冷ジャケット f にて半導体レーザアレイ i の温度調整を行なうように構成されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記構成では、半導体レーザアレイ a 又は i の周囲に水漏れ防止対策に必要な水冷ジャケット f を配設するとともに別途に水温調節器 h を設け、冷却水配管にて接続する必要があるため、構成が複雑で大掛かりになり、コンパクトに構成できずかつ高コストとなるとという問題がある。

【0006】本発明は、上記従来の問題点に鑑み、コンパクトでかつ低コストでありながら安定したレーザ光出力を得ることができる半導体レーザ励起レーザ発振器を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本願の第1発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、光励起媒体と、光励起媒体を側面照射する半導体レーザアレイと、半導体レーザアレイに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段を備えたことを特徴とする。

【0008】好適には、複数の半導体レーザアレイ間に導電体から成る放熱体を配置し、一部の半導体レーザアレイと放熱体の間に絶縁体を介装してその両側に電源を接続し、放熱体の周囲を絶縁体にて囲んだ構成とされ、また光励起媒体の片方の端面に、発振波長に対して全反射するコーティングが施される。

【0009】本願の第2発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、第1発明の光励起媒体を側面照射する半導体レーザアレイに代え、光励起媒体を端面照射する半導体レーザアレイを用いたもので、半導体レーザアレイ及び集光レンズに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体を設けたことを特徴とする。

【0010】上記第1、第2発明において、制御手段

は、温度検出手段による検出温度が設定値より高い時は冷却気体流生成手段の出力を上げ、設定値より低い時は冷却気体流生成手段の出力を下げて半導体レーザの温度を一定にするように制御する。

【0011】また、冷却気体を冷却する冷却手段が設けられる。この冷却手段は、冷却器にて冷却される冷媒を循環させる冷却管を冷却気体通路内に配置して構成され、または固体電子冷却器の低温側放熱部を冷却気体通路内に配置して構成される。若しくは、冷却気体流生成手段が、高圧空気を渦流発生器に接続方向に供給することにより中心部に発生した冷風を送り出す手段にて構成される。

【0012】本願の第3発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、光励起媒体と、光励起媒体を側面照射する半導体レーザアレイと、光励起媒体を端面照射する半導体レーザアレイとを備えたことを特徴とする。

【0013】この第3発明においても、好適には第1、第2発明と同様に両半導体レーザアレイ及び集光レンズに接触させて配設されるとともに冷却気体流路が形成された放熱体と、冷却気体流路に冷却気体流を流す冷却気体流生成手段と、半導体レーザアレイの温度検出手段と、温度検出手段の検出信号に基づいて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段とを設けられる。

【0014】本願の第4発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、上記各発明において、光励起媒体からの出射レーザ光を検出する光センサを設け、出力レベルと励起レーザパワー設定値との誤差を零にするように半導体レーザ駆動回路を制御する高速応答制御回路を設けられる。

【0015】本願の第5発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、上記各発明における温度検出手段に代えて、第4発明の光センサの検出信号を用いて冷却気体流生成手段を駆動制御する制御手段を設けたことを特徴とする。

【0016】この第5発明においても、好適には光センサにて検出した出射レーザ光の出力レベルと励起レーザパワー設定値との誤差を零にするように半導体レーザ駆動回路を制御する高速応答制御回路が設けられる。

【0017】本願の第6発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、上記各発明において、レーザ出力ミラー保持体の周囲の4等配した位置に、各々が180度に位置するように引張ねじ手段と押付ねじ手段を配設して成る出力ミラーのアライメント機構を有することを特徴とする。

【0018】本願の第7発明の半導体レーザ励起レーザ発振器は、上記各発明において、冷却気体流が出射レーザ光に向けて流れるように冷却気体流の流れ方向を案内する冷却気体流案内手段を設けたことを特徴とする。

【0019】

【作用】本願の第1発明によれば、光励起媒体を側面照

射する半導体レーザーアレイに冷却気体流路を形成された放熱体を接触させて配設し、冷却気体流生成手段を設けた構成であり、水冷ジャケットを配設して別途に設けた冷却器から冷却水を循環供給する構成に比して低コストにてコンパクトに構成でき、かつ半導体レーザーアレイの検出温度に応じて冷却気体流路に冷却気体流を流すようにしているので、半導体レーザーアレイの温度を精度良く制御でき、高安定なレーザー光出力を得ることができる。

【0020】また、半導体レーザーアレイ間に導電体から成る放熱体と絶縁体を適宜に配置して電源を接続し、放熱体の周囲を絶縁体に囲むと、一層コンパクトでシンプルな構成とすることができる。

【0021】また、光励起媒体の片方の端面に発振波長に対する全反射コーティングを施すと、反射ミラーのアライメントが不要になり、コンパクトでシンプルな構成にできる。

【0022】本願の第2発明によれば、光励起媒体を端面照射する半導体レーザーアレイを用いているので、質のよいレーザー光が得られ、かつ半導体レーザーアレイ及び集光レンズに接触させて同様の放熱体を配設させることにより、第1発明と同様の効果が得られる。

【0023】また、第1、第2発明において、温度検出手段による検出温度と設定値の比較により冷却気体流生成手段の出力を制御することにより、半導体レーザーの温度を一定に制御でき、半導体レーザーの温度変動による波長ずれを無くしてレーザー発振を安定でき、安定なレーザー光出力を得ることができる。

【0024】また、冷却気体を冷却する冷却手段を設けると冷却効果が大きく、雰囲気温度が高い場合でも応答性良く半導体レーザーの温度を制御できる。その冷却手段としては、冷却器にて冷却される冷媒を循環させる冷却管を冷却気体通路内に配置してもよく、または固体電子冷却器の低温側放熱部を冷却気体通路内に配置して構成してもよい。

【0025】また、冷却気体流生成手段として、高圧空気を渦流発生器に接続方向に供給することにより中心部に発生した冷風を送り出す手段にて構成すると、高圧空気源があれば、極めて簡単な構成にて直接冷風を作て送ることができる。

【0026】本願の第3発明によれば、光励起媒体を側面照射する半導体レーザーアレイと端面照射する半導体レーザーアレイとを備えているので、端面照射により質の良いレーザー光出力が得られる状態でその質を保持したまま側面照射によって出力が高められ、質の良い高出力のレーザー光を得ることができる。

【0027】また、この第3発明において、第1、第2発明と同様に放熱体と冷却気体流生成手段と温度検出手段と制御手段を設けることにより、低コストにてコンパクトに構成でき、かつ安定なレーザー光出力を得ることが

できる。

【0028】本願の第4発明によれば、上記各発明において、光励起媒体からの出射レーザー光を光センサにて検出して設定値との誤差を零にするように高速応答制御回路にて半導体レーザー駆動回路を制御することにより、レーザー光出力の高速変動を解消して高安定なレーザー光出力が得られる。

【0029】本願の第5発明によれば、上記各発明における温度検出手段を無くして光センサの検出信号を用いて冷却気体流生成手段を駆動制御することにより安定なレーザー光出力を得ることができ、さらにその光センサの検出信号を用いて半導体レーザー駆動回路を高速応答制御することにより、レーザー光出力の高速変動を解消できて高安定なレーザー光出力が得られる。

【0030】本願の第6発明によれば、上記各発明において、引張ねじ手段と押付ねじ手段を備えた出力ミラーのアライメント機構を設けているので、出力ミラーのアライメントをこれらのねじ手段の調整にて簡単に行なうことができる。

【0031】本願の第7発明によれば、上記各発明において、冷却気体流が出射レーザー光に向けて流す冷却気体流案内手段を設けているので、レーザー光にて加工する対象物からの煙から出力ミラーを保護することができる。

【0032】

【実施例】以下、本発明の半導体レーザー励起レーザー発振器の各実施例について、図1～図14を参照して説明する。

【0033】本発明の第1実施例の半導体レーザー励起レーザー発振器を、図1～図4を参照して説明する。図1において、1は円筒状のケースであり、内部の一半部にレーザー発振ユニット2が配設されている。レーザー発振ユニット2の軸芯部には光励起媒体としてのYAGロッド3が配置されている。YAGロッド3の周側面には、多数の半導体レーザー（以下、LDと略記する）素子4にて構成された複数のLDアレイ5が配設され、これらLDアレイ5からYAGロッド3に向けて励起波長810～795nmの光を照射するように構成されている。YAGロッド3の一端側には出力ミラー6が配設され、他端は発振波長に対して全反射する全反射コーティング7が施されており、出力ミラー6と全反射コーティング7との間でレーザー光8の共振を行なうように構成されている。

【0034】LDアレイ5には、複数の冷却気体流路9を形成したアルミや銅や真鍮やアルミ化合物やBeO等の高熱伝導体から成る放熱体10が接触させて配設され、LDアレイ5からの発生熱をこの放熱体10を介して冷却気体流路9を流れる冷却気体流11にて放熱するように構成されている。また、LDアレイ5には温度センサ12が装着されている。

【0035】ケース1の他半部には、放熱体10に向けて冷却気体流11を送る空冷ファン13とファン回転数

制御装置14が配設され、ファン回転数制御装置14に温度センサ12からの検出信号が入力され、検出温度が設定値よりも高くなると空冷ファン13の回転数を上げ、検出温度が低くなると回転数を下げ、LDアレイ5が常に一定温度に保持されるように構成されている。これによって各LD素子4の温度変動によりLDアレイ5からのレーザ光の波長が変わり、励起効率が変動してレーザ光出力が変動するといった不具合を解消している。

【0036】LDアレイ5は、図2に示すように、数個～数10個のLD素子4を一次元又は二次元状に同一方向に向かってレーザ光15を出射するように配置したものであり、本実施例では図2の上面と下面を電極16にしたものを用いており、その両面に約2V、数10アンペアの電流を電源17から供給すれば、810～800nmの波長のレーザ光15を出射するものを用いている。

【0037】レーザ発振ユニット2は、図3に示すように、YAGロッド3の周囲の4方向に等間隔にLDアレイ5が配設され、各LDアレイ5から出射されたレーザ光15がYAGロッド3に照射される。放熱体10は高熱伝導性で導電性のある真鍮にて構成されるとともに、略円柱体を4分割した形状に形成されて各LDアレイ5、5間に介装されて放熱と電極の役割を兼務し、かつその周囲が絶縁体からなる絶縁筒体18にて囲まれて保持されている。また、一部の放熱体10とLDアレイ5の間には絶縁体19が介装され、その放熱体10とLDアレイ5の電極16に接触させた電極板20間に電源17が接続されている。なお、各放熱体10をそれぞれ電気的に絶縁してLDアレイ5を電源17に対して任意に接続するようにしても良く、また放熱体10の分割数やLDアレイ5の配置数も任意に変更できることは言うまでもない。また冷却気体流路9に水等の流体を流して冷却してもよいのは明白である。

【0038】出力ミラー6は、アライメント機構21にて簡単にアライメント調整できるように構成されている。このアライメント機構21を図4を参照して説明する。出力ミラー6はミラーホルダ22に保持されており、このミラーホルダ22はその外周部の180度の位置に一对の引張ねじ手段23が貫通されるとともにそれと90°の位置に一对の押付ねじ手段24が螺合され、引張ねじ手段23はケース1に設けられたねじ穴25に螺合されている。かくして、一对の引張ねじ手段23による引き具合と一对の押付ねじ手段24による押し付け具合とによって出力ミラー6の角度アライメント調整を簡単にこなすことができるとともにその状態でロックすることができる。なお、引張ねじ手段23と押付ねじ手段24の数は3以上設けてもよく、また一方の押付ねじ手段24は球体等に代えても良い。

【0039】図5は、本発明の第2の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器におけるレーザ発振ユニット2を

示す。この実施例においては、LDアレイ5がYAGロッド3の直径方向の2方向に配設され、LDアレイ5の片側の電極16に電源17に接続された電極板26が当接配置され、LDアレイ5の他方の電極16同士が中継電極板27により接続されている。また、電極板26と放熱体10及び中継電極板27と放熱体10の間にはそれぞれ絶縁体28が介装されており、筒体18は絶縁体又は非絶縁体にて構成されている。また、放熱体10をBeOなどの絶縁体の高熱伝導体にて構成すると、絶縁体28を設ける必要はない。

【0040】図6は、本発明の第3の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例においては、ケース1内の冷却気体流路29に冷却管30を配設し、冷却器31にて冷却した冷却媒体32をポンプ33にて循環させるように構成し、外気温が高くてもLDアレイ5を十分に冷却できるように構成している。LDアレイ5は通常25°C～35°Cの温度範囲でYAGロッド3に対して適切な波長のレーザ光を出射するので、外気温が35°Cを越える場合に有効である。なお、本実施例ではすべて空冷とするために、冷却器31にベルチェ素子34を用い、その排熱は空冷ファン35にて行なうように構成している。36はベルチェ素子34の駆動電源である。

【0041】図7は、本発明の第4の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例においては、ケース1の他端にベルチェ素子38を用いた冷却器37の低温側放熱部39を配置して空気を冷却するようにしたものである。40は高温側放熱部であり、空冷ファン41にて放熱するように構成されている。

【0042】図8は、本発明の第5の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例においては、空冷ファン13に代えて外ケース1の他端部に冷却気体流生成手段として冷風発生手段42を配設している。この冷風発生手段42は、高圧空気を渦流発生器43に接続方向に供給すると膨張するとともに高速回転して渦流となり、大きな遠心力が働いて圧力・密度が急上昇し、抵抗が増加して温度を上昇しながら矢印で示すように後方の熱風排出口44に向かって移動して排出され、残りの空気は渦流の中心部を白抜き矢印の如く冷風出口45に向けて流れ、その間に膨張しながら外側の渦流に対する制動作用を行うことにより、その仕事にて低温になる結果冷風が生成されるという原理に基づくものである。なお、熱風に供給された熱量と冷風から持ち去られた熱量は常に等しいので、熱風排出口44からの排出空気量を調整弁46にて調整することにより、冷風の量と温度を背反的に調整することができる。本実施例では、温度センサ12の検出信号に基づいて流量調整弁47を制御して高圧空気の供給量を調整することにより冷風量を調整するように構成している。

【0043】この構成によれば、高圧空気源があれば、

極めて簡単な構成にて直接冷風を作って送ることができる。シンプルで、コンパクトな構成とすることができる。

【0044】図9～図11は、本発明の第6の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例においては、YAGロッド3からのレーザ発振出力を光センサ48にて検出し、励起レーザパワー設定値との誤差を比較器49にて検出し、その誤差εに応じて高速応答制御回路50にてレーザ駆動回路51によるLDアレレイ5の動作電流を制御し、レーザ光出力の高速変動を無くし、レーザ光出力の高速安定化を図るように構成している。即ち、温度検出に基づいて温度制御して波長制御を行い、レーザ光出力を安定化するのには時間がかかるのに対して、レーザ光出力を光センサ48で検出して高速応答制御することにより応答性を改善することができる。高速応答制御回路50は、図10に示すように、誤差εに応じて駆動電流を変化させるように構成されるとともに駆動電流の変動幅にリミッターを設けている。このようにリミッターを設けているのは、LD素子4は一定の光出力を越えると破損に至る恐れがあり、また電流の制御に頼り過ぎて他の波長でロックされてしまうのを防止するためである。

【0045】図11を参照して詳しく説明すると、

(a)はLD素子4の動作特性であり、温度が上がると波長が長くなる特性を有しており、(b)はYAGロッド3の波長による光エネルギー吸収率(YAGレーザ光出力)の特性であり、最適波長807nmでピーク吸収率を示す。そのため、LDアレレイ5の検出温度に応じて空冷ファン13の回転数を制御してLDアレレイ5の温度を設定温度に制御することにより、常にピーク吸収率になる波長にロックしているのである。しかし、熱移動には時間を要するので、(c)に示すように種々の要因による出力変動には応答できない。そこで、光センサ48からの検出信号によりLD素子4の駆動電流を制御して高速安定化を図っている。

【0046】このように大まかなレーザ光出力制御はLDアレレイ5の温度制御による波長ロックで行い、細かな高速変動に対しては光出力フィードバック制御を行ないかつ電流リミッタによりこの光出力フィードバックの制御範囲を限定することによって別の吸収波長にロックされることなしに安定したレーザ光出力を得ている。なお、レーザ光出力が光センサ48の応答に過敏に反応しすぎるときには、光センサ48に移動平均出機能を持たせてもよい。

【0047】図12は、本発明の第7の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例においては、ケース1の冷却気体流11の出口に、冷却気体流11を出射レーザ光8に向けて流す冷却気体流案内手段52を設けている。このように冷却気体流案内手段52を設けることにより、レーザ光8による加工時に対象物が

ら発生する煙から出力ミラー6を保護することができる。なお、冷却気体流案内手段52を設ける場合、ケース1の出口近傍に逃がし穴53を設けて冷却気体流11の一部を逃がし、流通抵抗が大きくなるようにするのが望ましい。

【0048】図13は、本発明の第8の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例においては、LDアレレイ55から出射されたレーザ光56が集光レンズ57で集光され、YAGロッド3の一端の入力端面に集光される。このYAGロッド3の入力端面は、LDアレレイ55からの790～820nmの波長の光を通過し、YAGロッド3の発振波長(例えば1064nm)の光に対しては全反射する全反射コーティング58が施されており、この全反射コーティング58と出力ミラー6との間で発振を起こすのである。

【0049】この実施例においてもYAGロッド3とLDアレレイ55は冷却気体流路59を形成した放熱体60にて放熱される。また、LDアレレイ55の温度を温度センサ62にて検出し、上記各実施例と同様に空冷ファン63とファン回転数制御装置64が配設され、ファン回転数制御装置64に温度センサ62からの検出信号が入力され、LDアレレイ55の温度が一定になるように制御されている。また、この実施例においても、図示していないが、光センサを設けてLDアレレイの駆動電流の高速応答制御を行なうようにすることもできる。

【0050】図14は、本発明の第9の実施例の半導体レーザ励起レーザ発振器を示す。この実施例は、図1と図13の第1と第8の実施例を組み合わせたものである。側面照射用のLDアレレイ5の放熱体10及び端面照射用のLDアレレイ55の放熱体60と各温度制御用の温度センサ12、62、空冷ファン13、63、ファン回転数制御装置14、64も同じであり、それぞれ温度が一定になるように制御される。

【0051】本実施例の構成によれば、端面照射のLDアレレイ55からのレーザ光にて励起されるレーザ光の質は良く、それを種として側面照射のLDアレレイ5からのレーザ光による励起によってパワーアップされるので、質の良いレーザ光が高出力でえられる。また、片方のLDアレレイからの照射レーザ光をパルスにすることにより、連続とパルスが複合されたレーザ光を出力することも可能となる。

【0052】上記実施例では、YAGロッド3の出力ミラー6とは反対側の端面を全反射コーティングして反射ミラーを省略したものを例示したが、反射ミラーを用いて発振させるようにしてもよい。

【0053】また、上記実施例では光センサ48をYAGレーザ3の漏れ光を検出するように配置したが、レーザ光を光分岐して検出するようにしてもよいし、照射面の光パワーを検出するようにしてもよい。

【0054】また、レーザ発振ユニット2内にSHG素

子などの光検出素子を設けて光出力をフィードバック制御してもよく、その時も安定した光出力が得られる。

【0055】また、YAGロッド3に代わる別の材質、例えばYVO₄やYAP、YLF等の種々の光励起媒体を用いることもできる。

【0056】

【発明の効果】本願の第1発明の半導体レーザ励起レーザ発振器によれば、以上の説明から明らかなように、YAGロッドを側面照射する半導体レーザアレイに冷却気体流路を形成された放熱体を接触させて配設し、冷却気体流生成手段を設けているので、水冷ジャケットを配設して別途に設けた冷却器から冷却水を循環供給する構成に比して低コストにてコンパクトに構成でき、かつ半導体レーザアレイの検出温度に応じて冷却気体流路に流す冷却気体流を制御するようにしているので、半導体レーザアレイの温度を精度良く制御でき、高安定なレーザ光出力を得ることができる。

【0057】また、半導体レーザアレイ間に導電体から成る放熱体と絶縁体を適宜に配置して電源を接続し、放熱体の周囲を絶縁体にて囲むと、一層コンパクトでシンプルな構成とすることができる。

【0058】また、YAGロッドの片方の端面に発振波長に対する全反射コーティングを施すと、反射ミラーのアライメントが不要になり、コンパクトでシンプルな構成にできる。

【0059】本願の第2発明によれば、YAGロッドを端面照射する半導体レーザアレイを用いているので、質のよいレーザ光が得られ、かつ半導体レーザアレイ及び集光レンズに接触させて同様の放熱体を配設させることにより、第1発明と同様の効果が得られる。

【0060】また、第1、第2発明において、温度検出手段による検出温度と設定値の比較により冷却気体流生成手段の出力を制御することにより、半導体レーザの温度を一定に制御でき、半導体レーザの温度変動による波長ずれを無くしてレーザ発振を安定でき、安定なレーザ光出力を得ることができる。

【0061】また、冷却気体を冷却する冷却手段を設けると冷却効果が大きく、雰囲気温度が高い場合でも応答性良く半導体レーザの温度を制御できる。その冷却手段としては、冷却器にて冷却される冷媒を循環させる冷却管を冷却気体通路内に配置してもよく、または固体電子冷却器の低温側放熱部を冷却気体通路内に配置して構成してもよい。

【0062】また、冷却気体流生成手段として、高圧空気を渦流発生器に接線方向に供給することにより中心部に発生した冷風を送り出す手段にて構成すると、高圧空気源があれば、極めて簡単な構成にて直接冷風を作て送ることができ、シンプルで、コンパクトな構成とすることができる。

【0063】本願の第3発明によれば、YAGロッドを

側面照射する半導体レーザアレイと端面照射する半導体レーザアレイとを備えているので、端面照射により質の良いレーザ光出力が得られる状態でその質を保持したまま側面照射によって出力が高められ、質の良い高出力のレーザ光を得ることができる。

【0064】また、この第3発明において、第1、第2発明と同様に放熱体と冷却気体流生成手段と温度検出手段と制御手段を設けることにより、低コストにてコンパクトに構成でき、かつ安定なレーザ光出力を得ることができる。

【0065】本願の第4発明によれば、上記各発明において、YAGロッドからの出射レーザ光を光センサにて検出して設定値との誤差を零にするように高速応答制御回路にて半導体レーザ駆動回路を制御することにより、レーザ光出力の高速変動を解消して高安定なレーザ光出力が得られる。

【0066】本願の第5発明によれば、上記各発明における温度検出手段を無くして光センサの検出信号を用いて冷却気体流生成手段を駆動制御することにより安定なレーザ光出力を得ることができ、さらにその光センサの検出信号を用いて半導体レーザ駆動回路を高速応答制御することにより、レーザ光出力の高速変動を解消できて高安定なレーザ光出力が得られる。

【0067】本願の第6発明によれば、上記各発明において、引ねねじ手段と押付ねじ手段を備えた出力ミラーのアライメント機構を設けているので、出力ミラーのアライメントをこれらのねじ手段の調整にて簡単にこなうことができる。

【0068】本願の第7発明によれば、上記各発明において、冷却気体流が出射レーザ光に向けて流す冷却気体流案内手段を設けているので、レーザ光にて加工する対象物からの煙から出力ミラーを保護することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第1実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図2】同実施例のLDアレイの斜視図である。

【図3】同実施例のレーザ発振ユニットを示し、(a)は横断面図、(b)は縦断面図、(c)はLDアレイの接続回路図である。

【図4】同実施例のアライメント機構を示し、(a)は正面図、(b)は縦断側面図、(c)は横断底面図である。

【図5】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第2実施例のレーザ発振ユニットを示し、(a)は横断面図、(b)は縦断面図、(c)はLDアレイの接続回路図である。

【図6】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第3実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図7】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第4実施例の全体構成を示す縦断面図である。

13

【図8】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第5実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図9】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第6実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図10】同実施例のレーザ光出力のフィードバック制御部のブロック図である。

【図11】同実施例のレーザ光出力のフィードバック制御動作の説明図であり、(a)はLD素子の温度-波長特性図、(b)はYAGロッドの吸収波長-吸収率特性図、(c)はレーザ光出力変動の説明図である。

【図12】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第7実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図13】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第8実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図14】本発明の半導体レーザ励起レーザ発振器の第9実施例の全体構成を示す縦断面図である。

【図15】従来例の半導体レーザ励起レーザ発振器の全体構成図である。

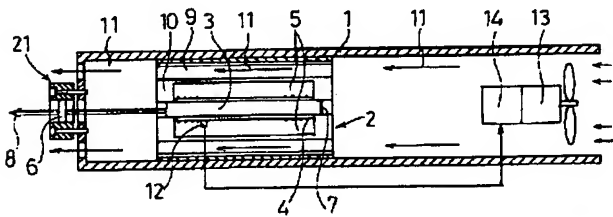
【図16】他の従来例の半導体レーザ励起レーザ発振器の全体構成図である。

【符号の説明】

- 3 YAGロッド (光励起媒体)
- 5 LDアレイ (半導体レーザアレイ)
- 6 出力ミラー
- 7 全反射コーティング
- 9 冷却気体流路
- 10 放熱体
- 11 冷却気体流
- 12 温度センサ

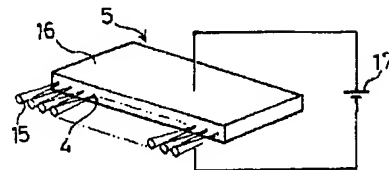
- 13 空冷ファン (冷却気体流生成手段)
- 14 ファン回転数制御装置 (制御手段)
- 17 電源
- 18 絶縁筒体
- 19 絶縁体
- 21 アライメント機構
- 22 ミラーホルダ
- 23 引張ねじ手段
- 24 押付ねじ手段
- 29 冷却気体通路
- 30 冷却管
- 31 冷却器
- 32 冷却媒体
- 38 ペルチェ素子
- 39 低温側放熱部
- 42 冷風発生手段
- 43 渦流発生器
- 48 光センサ
- 50 高速応答制御回路
- 51 レーザ駆動回路
- 52 冷却気体流案内手段
- 55 LDアレイ
- 57 集光レンズ
- 58 全反射コーティング
- 59 冷却気体流路
- 60 放熱体
- 62 温度センサ
- 63 空冷ファン (冷却気体流生成手段)
- 64 ファン回転数制御装置 (制御手段)

【図1】

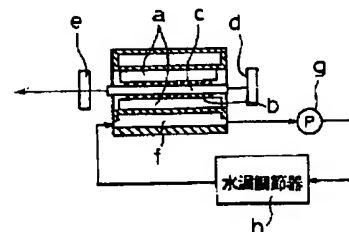


- 3...YAGロッド (光励起媒体)
- 5...LDアレイ (半導体レーザアレイ)
- 6...出力ミラー
- 7...全反射コーティング
- 9...冷却気体流路
- 10...放熱体
- 11...冷却気体流
- 12...温度センサ
- 13...空冷ファン (冷却気体流生成手段)
- 14...ファン回転数制御装置 (制御手段)
- 21...アライメント機構

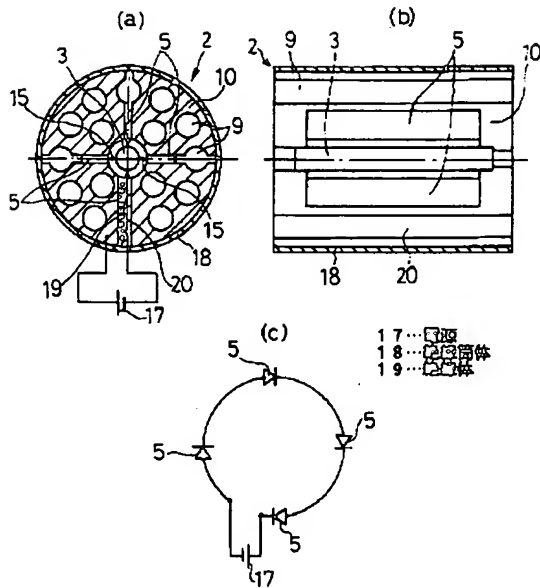
【図2】



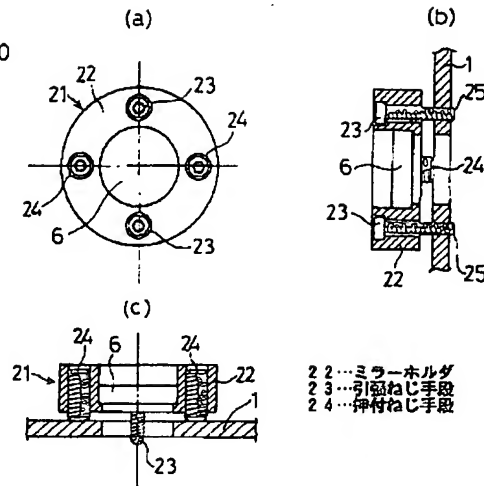
【図15】



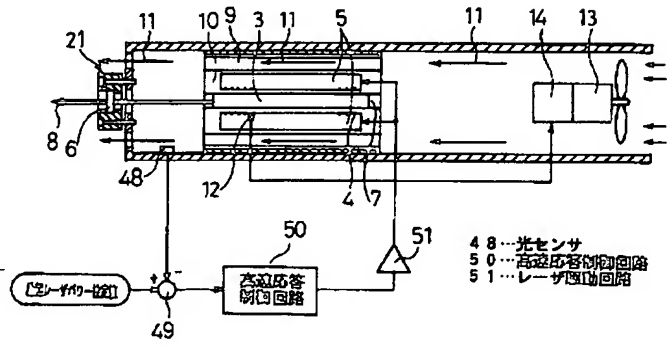
【図3】



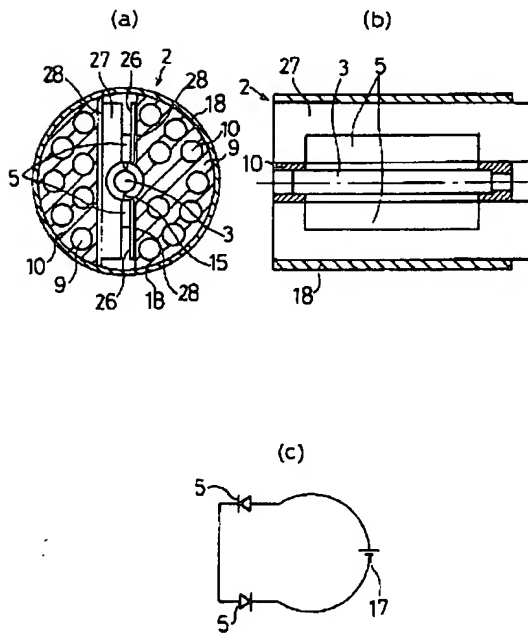
【図4】



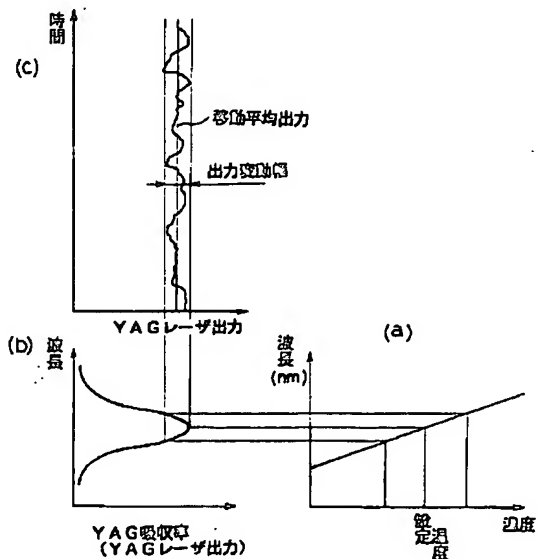
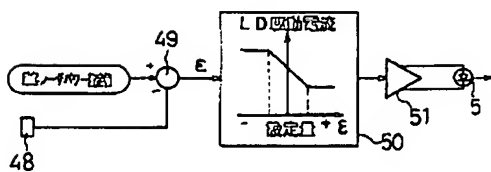
【図9】



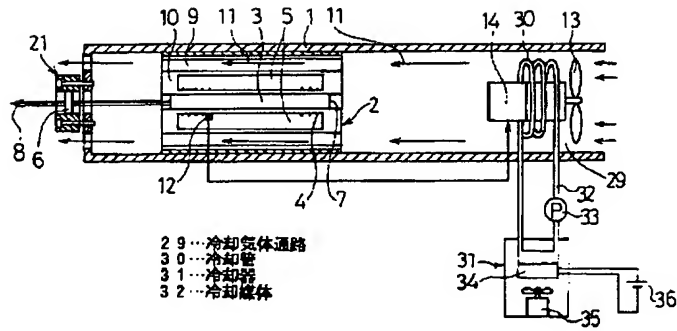
【図11】



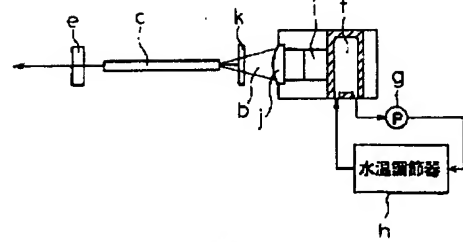
【図10】



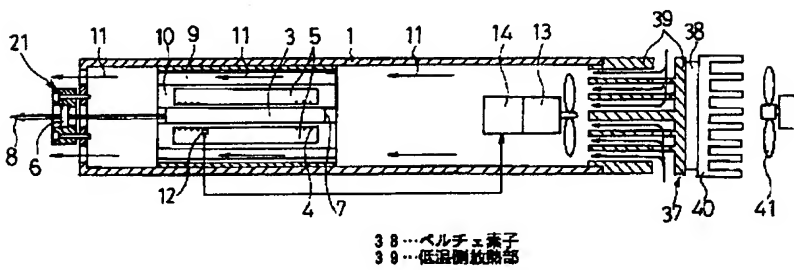
【図6】



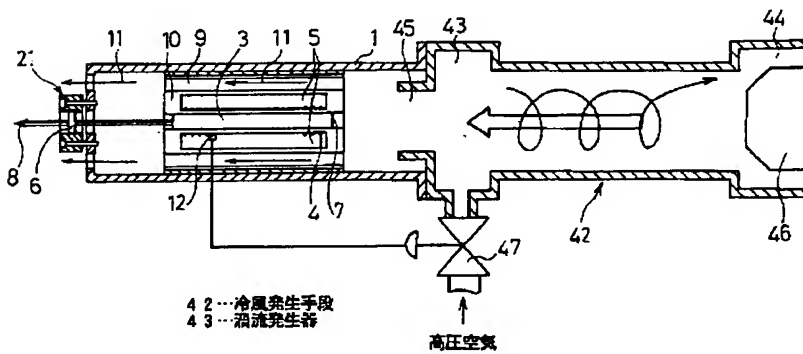
【図16】



【図7】



【図8】



【図12】

